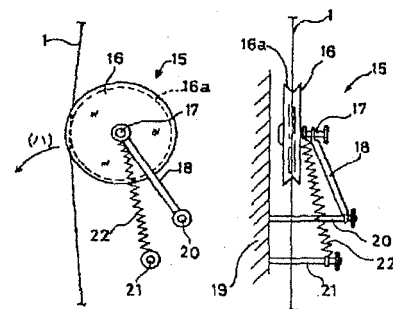


(54) WIRE-ELECTRIC DISCHARGE MACHINE

(11) 5-104331 (A) (43) 27.4.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-266721 (22) 16.10.1991
 (71) TOSHIBA CORP (72) HARUMI WATANABE
 (51) Int. Cl.⁵ B23H7/10

PURPOSE: To facilitate setting of a wire so as to enable stable electric discharge machining by attaching a feeder top the outer surface of a wire-electric discharge machine, and providing the feeder top with a pulley to be freely rotatably held thereto and a pressing means for pressing the pulley against the wire.

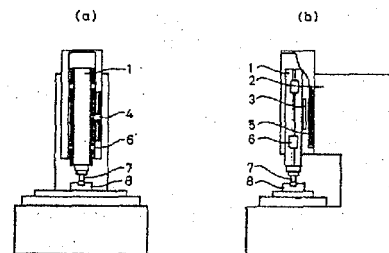
CONSTITUTION: A feeder top 15 has a metallic pulley 16 and the pulley 16 is freely rotatably attached to a first stanchion 17 and the first stanchion 17 is secured to one end of a bar-shaped supporting member 18 with its axis being horizontal. The other end of the supporting member 18 is freely rotatably attached to the projecting end of a second stanchion 20 whose axis is horizontally projected from the main body 19 of an electric discharge machine. Below the wire 1 side of the second stanchion 20 a third stanchion 21 is erected on the main body 19 with its axis being parallel to the axis of the second stanchion 20 and a spring 22 serving as an energizing means is elastically suspended between the first stanchion 17 and the third stanchion 21 and the pulley 16 is constantly pressed against a wire 1 by the spring 22.

**(54) ELECTRIC DISCHARGE MACHINE USING LINEAR MOTOR**

(11) 5-104332 (A) (43) 27.4.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-260682 (22) 8.10.1991
 (71) FANUC LTD (72) TETSURO SAKANO(1)
 (51) Int. Cl.⁵ B23H7/30

PURPOSE: To enable high precision electric discharge machining and to make an electric discharge machine compact and facilitate maintenance of the machine by controlling the anode-cathode distance between a tool electrode and a work to a desired value of machining clearance according to rectilinear drive by linear motors.

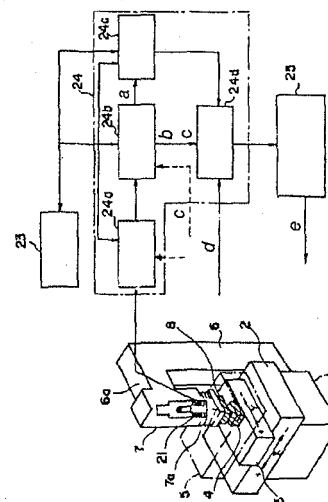
CONSTITUTION: An electric discharge machine has at least linear motors 3, 5 each of which drives the rectilinear movement of a main spindle 1, a guide mechanism 6 for smoothly guiding the rectilinear movement of the main spindle 1, and a linear encoder 4 serving as a detection means for detecting the rectilinearly moved position of the main spindle 1, the main spindle 1 moving rectilinearly relative to the column 2 of the electric discharge machine and holding a tool electrode 7. A control means is provided for controlling the linear motors 3, 5 so that the machining clearance between the tool electrode 7 and work 8 is adjusted to a desired value, and the anode-cathode distance between the tool electrode 7 and the work 8 is controlled to the desired value of the machining clearance according to the rectilinear drive by the linear motors 3, 5.

**(54) DIESINKING ELECTRIC DISCHARGE MACHINE**

(11) 5-104333 (A) (43) 27.4.1993 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-259407 (22) 7.10.1991
 (71) MITSUBISHI ELECTRIC CORP (72) KOJI AKAMATSU
 (51) Int. Cl.⁵ B23H7/30, B23H1/02, B23Q15/18

PURPOSE: To provide a diesinking electric discharge machine capable of automatically correcting each axis according to displacement of a Z-axis head and deflection of an axis displaced relative to the other axes even if the Z-axis head is displaced by the weight of an electrode or reaction(load) or if the axis (X- or Y-axis) displaced relative to the other axes by displacement of the Z-axis head is deflected.

CONSTITUTION: When a movable table is used, a plurality of first amounts of errors in Z-axis position that could be caused each time a load (the weight of an electrode or reaction) is applied to an Z-axis head 7 are stored in a corresponding Z-axis error amount data memory 23 and a load measuring means 24a measures loads applied to the Z-axis head 7 during machining and the first amounts of errors in Z-axis are extracted from the loads and a first Z-axis coordinate decided according to a preset machined shape is automatically corrected by an X-axis coordinate correction means 24d. Also when a fixed table is used any axis displaced relative to the other axes by loads is automatically corrected.



a: NO, b: YES, c: actual Z-axis coordinate, d: Z-axis coordinate from NC, e: servo portion, 24b: means for extracting first amount of error in Z-axis, 24c: means for calculating

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-104332

(43)公開日 平成5年(1993)4月27日

(51)Int.Cl.⁵

B 2 3 H 7/30

識別記号

庁内整理番号

9239-3C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-260682

(22)出願日 平成3年(1991)10月8日

(71)出願人 390008235

フアナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72)発明者 坂野 哲朗

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
フアナック株式会社基礎技術研究所内

(72)発明者 川原 章義

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
フアナック株式会社基礎技術研究所内

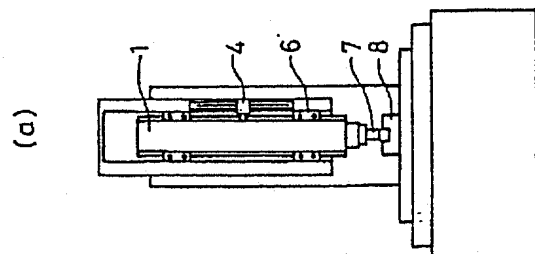
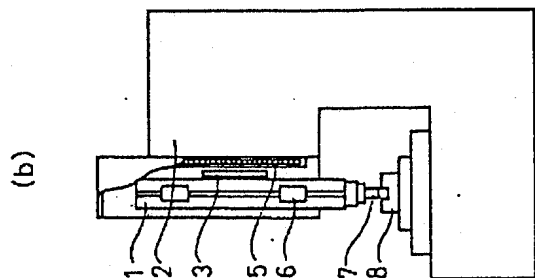
(74)代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

(54)【発明の名称】 リニヤモータを利用した放電加工装置

(57)【要約】

【目的】 本発明の目的は、高速応答の可能な工具電極の電極間制御機構を備えた放電加工装置を提供して、放電加工装置の加工精度の向上を図ることにある。

【構成】 上述の目的を達成するために本発明によると、工具電極とワークとの加工間隙に放電加工加工電圧を印加すると共に、該工具電極とワークとの間で相対送りを与えて前記加工間隙を制御し、ワークの放電加工を行う放電加工装置において、主軸1の直線移動を駆動するリニヤモータ3、5と、前記主軸1の直線移動を円滑に案内するガイド手段6と、前記主軸1の直線移動位置を検出する検出手段を少なくとも具備し、前記工具電極とワークとの間の加工間隙を所望目標値に調節するように、前記リニヤモータを制御する制御手段4、12から17とを、具備してなり、前記リニヤモータによる直線駆動に従って前記工具電極とワークとの極間距離を所望目標値の加工間隙に制御することを特徴とする放電加工装置が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 工具電極と被加工物との間に形成される加工間隙を介して放電加工加工電圧を印加すると共に該工具電極と被加工物との間で相対送りを与えて前記加工間隙を制御し、被加工物の放電加工を行う放電加工装置において、

放電加工装置のコラム(2)に対して直線移動すると共に前記工具電極(7)を保持する主軸(1)の該直線移動を駆動するリニヤモータと、

前記主軸(1)の直線移動を円滑に案内するガイド手段(6)と、

前記主軸(1)の直線移動位置を検出する検出手段を少なくとも具備し、前記工具電極と被加工物との間の加工間隙を所望目標値に調節するように、前記リニヤモータを制御する制御手段(4、12から17)とを、具備してなり、前記リニヤモータ(3、5)による直線駆動に従って前記工具電極と被加工物との極間距離を所望目標値の加工間隙に制御することを特徴とする放電加工装置。

【請求項2】 前記制御手段(4、12から17)は、前記主軸位置検出手段として、前記主軸(1)と前記コラム(2)との間にリニヤエンコーダ(4)を具備していることを特徴とする請求項1に記載の放電加工装置。

【請求項3】 前記リニヤモータの1次側固定子(5)が前記コラム(2)の固定位置に設けられ、2次側移動子(3)が前記主軸(1)に継手手段を介して結合されている請求項1に記載の放電加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は型彫り放電加工装置に関し、特に、工具電極と被加工物(以下、ワークと言う)との間の極間距離を所望の目標加工間隙値にリニヤモータを利用して制御するようにした放電加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 放電加工は、工具電極と加工液中に浸されたワークとの間に適当な電圧を印加し、両者を電極としてその極間々隙に生じる放電現象の加工効果を利用して、ワークから不要部分を除去した所望の加工形状を得るように加工する非切削加工方法である。放電加工を行っている間、工具電極とワークとの極間には加工屑が発生するが、こうした加工屑は、通常電極間を流動する加工液によって排除され、良好な放電状態が維持されている。然しながら、何らかの理由により前記加工屑が該極間から排除されない場合や、放電加工液の劣化等により極間の状態が悪化すると、ワーク加工面の局部的な位置で放電が連続する、所謂集中放電等の異常放電現象を生起し、加工面に加工痕等の欠陥が残り、故に加工面が荒くなる不具合が生ずる。こうした異常放電を未然に防止するために、一般的に放電加工装置は、工具電極とワー

クで形成される極間距離を制御し、最適の放電状態を維持するための手段として、工具電極またはワーク、或いは両者を直線運動させるための駆動手段と制御機構とを有しているが、特に異常放電が発生した場合にこれを回避する手段として、工具電極をワークから急速に離隔する、所謂ジャンプ機能を有している。すなわち、異常放電が発生した場合、該ジャンプ機能により工具電極をワークより急速に離隔させ、加工液を電極間に急速流入(スクイーズ流入)させ極間のアークを切離し、放電を停止させると共に、工具電極を再びワークに急速に接近させて、加工液を極間々隙から急速流出(スクイーズ流出)させ加工屑を排出し、以て良好な放電加工状態を回復するのである。このような放電加工装置において、従来は、図4に略示するように上述の極間距離の制御手段として回転型のモータ18、及び歯車列19、ボールねじ20等より成る回転運動を直線運動に変換する機構が専ら、使用されてきた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 然しながら、上述の工具電極とワークとの極間距離は、通常およそ10ミクロンから100ミクロンと極めて微量に制御されている上に、特に上述のジャンプ機能使用時には、前記工具電極をワークより急速に離隔させ、再びワークに急速に接近させるために、極間距離を制御する機構を高剛性とし、かつ工具電極の応答速度をできる限り大きくすることが不可欠の要因となる。これに対して上述の回転型のモータ18を利用した従来の装置では、モータの回転運動を直線運動に変換するために、歯車列19やボールねじ20等の動力変換機構が必要となるため、バックラッシュ、ガタ等の機械的不感帯が存在し、駆動力の伝達遅れを生じたり、構成部品が複雑になるため、機械剛性が不足する等の理由により、良好な放電加工を行うために必要な高速応答の可能な制御システムを構成することが困難であった。そしてこのことが、放電加工装置による加工精度の改善を阻害する一つの要因となっていた。依って、本発明の主たる目的は、高速応答の可能な工具電極の電極間制御機構を備えた放電加工装置を提供して、上述の問題点を解決することを目的とする。本発明の他の目的は、リニヤモータを駆動手段として利用し、回転一直動変換機構を排することにより、微小な極間々隙を所望目標値に微細に制御可能とした放電加工装置を提供せんとするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上述の目的を達成するために、本発明によると、工具電極とワークとの間に形成される加工間隙を介して放電加工加工電圧を印加すると共に該工具電極とワークとの間で相対送りを与えて前記加工間隙を制御し、ワークの放電加工を行う放電加工装置において、放電加工装置のコラム(2)に対して直線移動すると共に前記工具電極(7)を保持する主軸

3

(1)の該直線移動を駆動するリニヤモータと、前記主軸(1)の直線移動を円滑に案内するガイド手段(6)と、前記主軸(1)の直線移動位置を検出する検出手段を少なくとも具備し、前記工具電極とワークとの間の加工間隙を所望目標値に調節するように、前記リニヤモータを制御する制御手段(4、12から17)とを、具備してなり、前記リニヤモータ(3、5)による直線駆動に従って前記工具電極とワークとの極間距離を所望目標値の加工間隙に制御することを特徴とする放電加工装置が提供される。より具体的には、コラム2に固定されたリニヤモータの1次側固定子5と、工具電極を保持する主軸1に固定されたリニヤモータの2次側移動子3を具備しており、前記主軸1は、制御手段4、12から17によりリニヤモータ3、5を鉛直直線方向に駆動、制御することにより位置制御され、以て極間の加工間隙が微細に制御される放電加工装置が提供される。

【0005】

【作用】制御システムによりリニヤモータを鉛直方向に駆動、制御することにより、主軸、すなわち極間距離が、従来回転型のモータにより駆動、制御していたものより高い応答速度で制御される。

【0006】

【実施例】先ず図1を参照すると、本発明に係る放電加工装置は、コラム2に固定されたリニヤモータの1次側固定子5と、工具電極7を保持する主軸1に固定されたリニヤモータの2次側移動子3を備えており、該1次側固定子5と2次側移動子3は、相互に平行に対面するように取り付けられている。前記主軸1は、ガイド機構6により鉛直方向に移動自在にコラム2に支持されており、該ガイド機構6は、前記コラム2に鉛直に、しかも主軸1が鉛直方向に移動しても、前記リニヤモータの1次側固定子5と2次側移動子3との距離が、一定になるように調整、固定されている。前記ガイド機構6には、リニヤモーションベアリングが組み込まれており、該リニヤモーションベアリングは、工作機械の工作台等の直線ガイド機構として一般的に利用されているガイド機構であって、図2に示すように、循環するボール11を内蔵するベリングケース9とレール10により構成され、該ボール11は、矢印(1、11)で示す2つの方向の引っ張り、圧縮荷重に対し等剛性となるように配置されており、放電加工中の前記主軸1の高速応答の位置制御に対しても充分な剛性を有し、以て主軸1の滑らかな運動を確保している。また前記主軸1とコラム2の間には、リニヤエンコーダ4が備えられており、前記主軸1の位置が測定される。該リニヤエンコーダ4は、光、磁気、静電容量の変化を利用して、対象物の直線的な位置、または変移を検出する装置であって、精密な位置検出、例えば、精密加工機のモータの制御やロボットの位置検出等に広く使用されている。

【0007】コラム2の下方のテーブル上には、ワーク

4

8が載置され、該ワーク8と前記工具電極7との間に適当な電圧を印加して、両者間に放電を発生させ、その間隔、つまり極間距離を制御して放電加工を行う。図1には示されていないが、前記工具電極7とワーク8若しくはワーク8の載置されているテーブルには、放電状態を測定するためのケーブルが取着されており、プリアンプ等の測定、解析手段により極間に発生する放電現象の電圧波形、電流波形、平均電圧、放電頻度、短絡等が測定されるようになっている。

10 【0008】次に前記主軸1の位置制御、つまり前記工具電極7とワーク8との極間距離の制御は、図3に示す制御システムにより制御される。すなわち、先ず加工条件設定装置12により、要求される加工を得るための各種条件、例えば加工面の粗度、加工深さ、ギャップ等の条件を設定し、放電状態を直接的に、または間接的に指定する。次いで極間制御装置13が、前記加工条件設定装置12により与えられた加工条件、及び後述の極間の放電状態観測値17に対応して最適な極間距離を決定し、工具電極位置指令15を電極位置制御装置14に送出する。電極位置制御装置14は、前記極間制御装置13からの電極位置指令15、及び前記主軸1と前記コラム2との間に備えられたリニヤエンコーダ4により測定される前記主軸1の位置検出信号16に対応して、前記極間制御装置13により決定された最適な極間距離と、前記リニヤエンコーダにより測定された極間との偏差、つまり電極位置偏差を解消するように前記リニヤモータの2次側移動子3を制御、駆動する。これにより、新たな前記主軸1の位置決めがなされ、従って前記工具電極7とワーク8との極間距離が変位し、新たな極間距離に対応した新たな放電状態が形成され、この放電状態は、上述のように前記工具電極7及びワーク8に接続された測定ケーブルを介してプリアンプ等(図示せず)により電圧波形、電流波形、平均電圧、平均電流、放電頻度、短絡等について測定され、極間観測値17として前記極間制御装置13にフィードバックされる。それと同時に、前記主軸1の位置変位、すなわち極間距離の変位が、前記リニヤエンコーダ4により測定され、その位置検出信号16がフィードバック信号として、前記電極位置制御装置14に帰還される。

40 【0009】前記極間制御装置13にはジャンプ機能が組み込まれており、前記工具電極7とワーク8との極間に集中放電等の異常放電が発生すると、前記極間観測値17よりそれを検知し、極間位置指令15に従って前記電極位置制御装置14は、前記リニヤモータをジャンプさせる。これにより前記主軸1、つまり前記工具電極7は、前記ワーク8から急速に離隔するや否や、再び同ワーク8に急速に接近し、工作屑を排除する等良好な放電状態を回復する。こうして極間距離は、放電加工中連続的に最適に制御されることとなり、この場合前記主軸1をリニヤモータ3、5により駆動することにより、従

50

5

来主軸の駆動手段として回転型のモータを利用していたのと比較すると、バックラッシ、ガタ等の機械的不感帯が存在しないため格段に応答速度、特に異常放電時のジャンプに対する応答速度が高くなり、従って異常放電が未然に防止されたり、異常放電が発生しても加工肌に加工痕を残さない等加工精度の高い放電加工が可能となる。

【0010】

【発明の効果】本発明による放電加工装置は、極間距離をリニヤモータにより制御するため、回転型モータを利用して同様の制御システムを構成していた従来の放電加工装置に比べ、回転運動を直線運動に変換する回転一直動動変換機構を必要としないので、動変換機構に起因したバックラッシ、ガタ等の機械的不感帯が除去され、更に機械剛性も高くなるので、高速応答可能な極間制御機構を構成でき、以て精度の高い放電加工が可能となった。また、上述のように、リニヤモータを駆動手段として回転一直動動変換機構を排除し得た構成から放電加工装置を全体的にコンパクト化させることが可能となり、また、保守の容易化も得られる効果が奏されるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a) 本発明による放電加工装置の正面図である。

(b) 本発明による放電加工装置の側面図である。

【図2】リニヤモーションベアリングの略示断面図である。

(4)

6

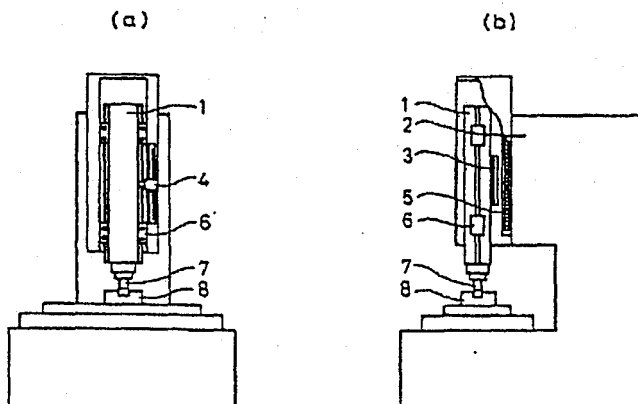
【図3】本発明による放電加工装置の制御システムの略示構成図である。

【図4】従来型の放電加工装置の略示立面図である。

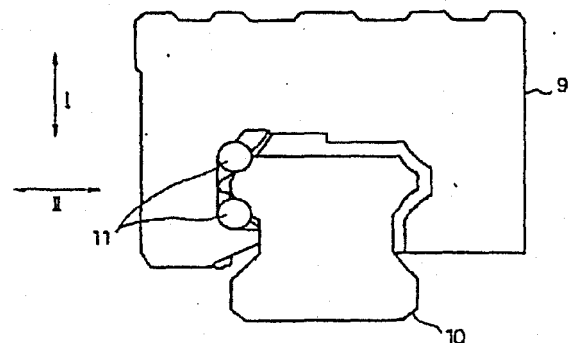
【符号の説明】

- 1…主軸
- 2…コラム
- 3…リニヤモータの2次側移動子
- 4…リニヤエンコーダ
- 5…リニヤモータの1次側固定子
- 10…ガイド機構
- 7…工具電極
- 8…ワーク
- 9…ベアリングケース
- 10…レール
- 11…ボール
- 12…加工条件設定装置
- 13…極間制御装置
- 14…電極位置制御装置
- 15…極間位置指令
- 16…位置検出信号
- 17…極間観測値
- 18…回転型モータ
- 19…歯車列
- 20…ボールねじ
- 21…主軸
- 22…ガイド機構

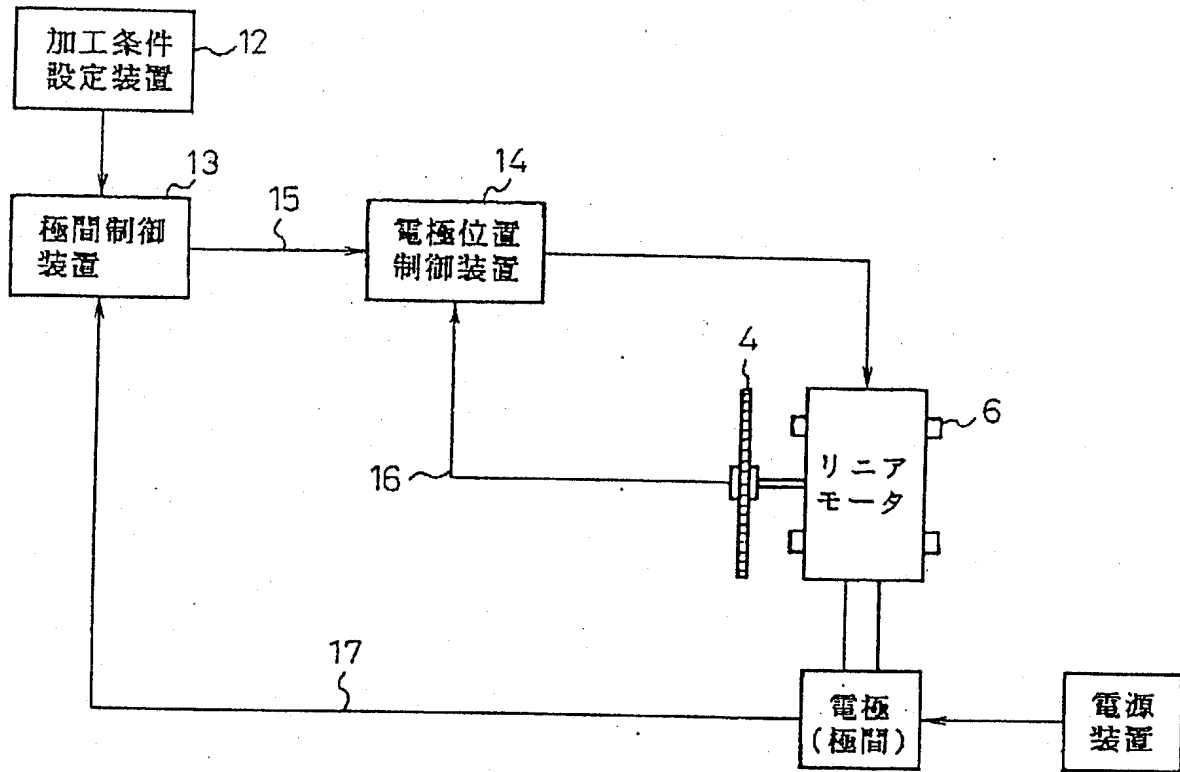
【図1】



【図2】

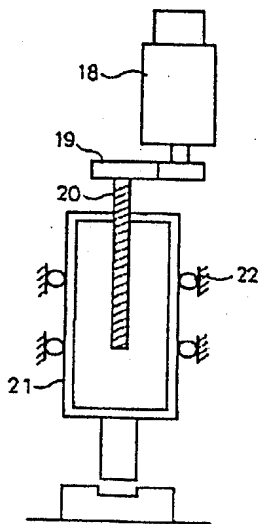


【図3】



15...電極位置指令
 16...位置検出信号
 17...極間観測値

【図4】



10/031330

531 Rec'd PGM

18 JAN 2002 ①

Japanese Patent Laid-open Publication No. HEI 5-104332 A

Publication date : April 27, 1993

Applicant : Fanuc K. K.

Title : ELECTRICAL DISCHARGE APPARATUS UTILIZING LINEAR

5 MOTOR

(57) [Abstract]

[Object] The object of the present invention is to provide
an electrical discharge apparatus comprising an
10 interelectrode control mechanism of a tool electrode capable
of fast response, to thereby improve the machining accuracy
of the electrical discharge apparatus.

[Constitution] According to the present invention in order
to achieve the above object, in an electrical discharge
15 apparatus which applies a machining voltage for the electric
discharge machining to the working distance between the tool
electrode and the work, as well as controlling the working
distance by providing relative feed between the tool
electrode and the work, to thereby perform electrical
20 discharge machining of the work, wherein the apparatus
comprises at least linear motors 3 and 5 for driving
rectilinear movement of a main shaft 1, guide means 6 for
guiding smoothly the rectilinear movement of the main shaft
1, and detection means for detecting the rectilinear movement
25 position of the main shaft 1, and further comprising control

means 4 and 12 to 17 for controlling the linear motor so as to adjust the working distance between the tool electrode and the work to a desired target value, the anode-cathode distance between the tool electrode and the work being
5 controlled to be a working distance of the desired target value, in accordance with the linear drive of the linear motor.

[Brief Description of the Drawings]

10 FIG. 1(a) is an elevational view of an electrical discharge apparatus according to the present invention.

FIG. 1(b) is a side view of the electrical discharge apparatus according to the present invention.

15 [Description of Reference Numerals]

- | | |
|-------|---------------------------------------|
| 1 | Main shaft |
| 2 | Column |
| 3 | Secondary side mobile of linear motor |
| 4 | Linear encoder |
| 20 5 | Primary side stator of linear motor |
| 6 | Guide mechanism |
| 7 | Tool electrode |
| 8 | Work |
| 9 | Bearing case |
| 25 10 | Rail |

- 11 Ball
- 12 Machining condition setting apparatus
- 13 Electrode gap control unit
- 14 Electrode position control unit
- 5 15 Electrode gap position command
- 16 Position detection signal
- 17 Electrode gap observation
- 18 Rotary motor
- 19 Gear train
- 10 20 Ball screw
- 21 Main shaft
- Guide mechanism